

地質環境の長期安定性に関する研究

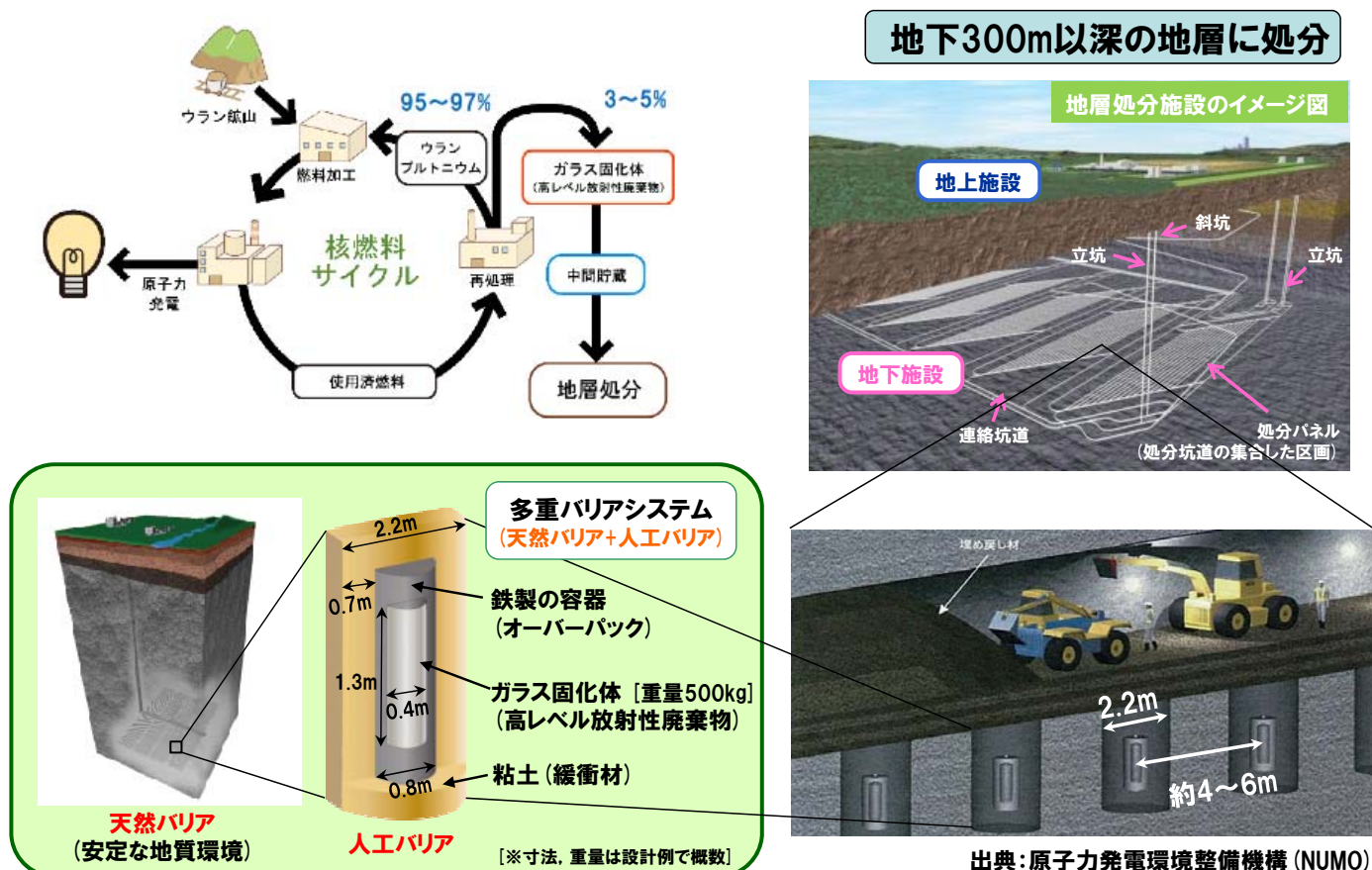
第3期中長期計画(平成27年度～平成33年度)について

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 バックエンド研究開発部門

地質環境の長期安定性研究検討委員会

第14回 (平成28年3月1日) 0

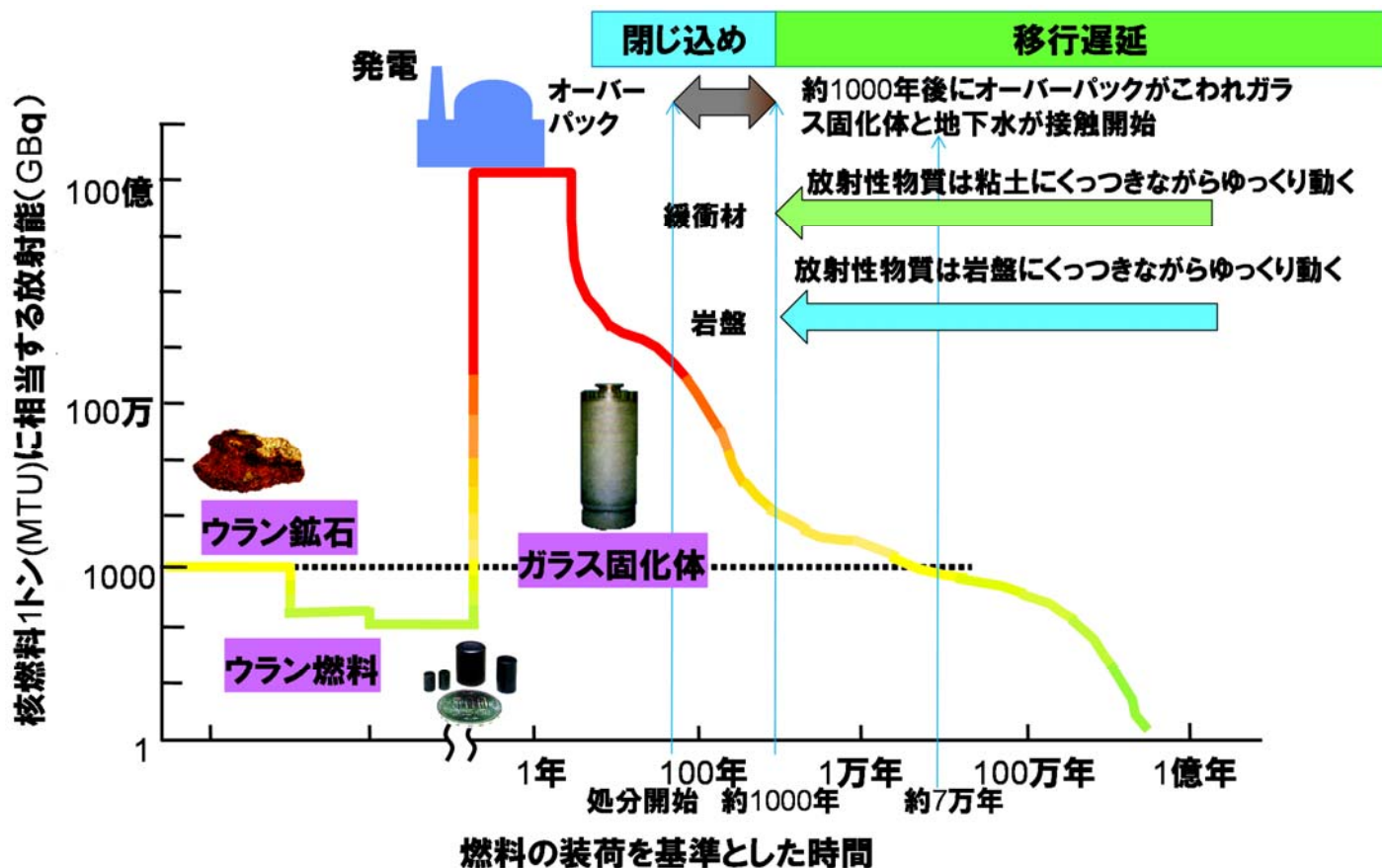
核燃料サイクルと高レベル放射性廃棄物の地層処分



地質環境の長期安定性研究検討委員会

第14回 (平成28年3月1日) 1

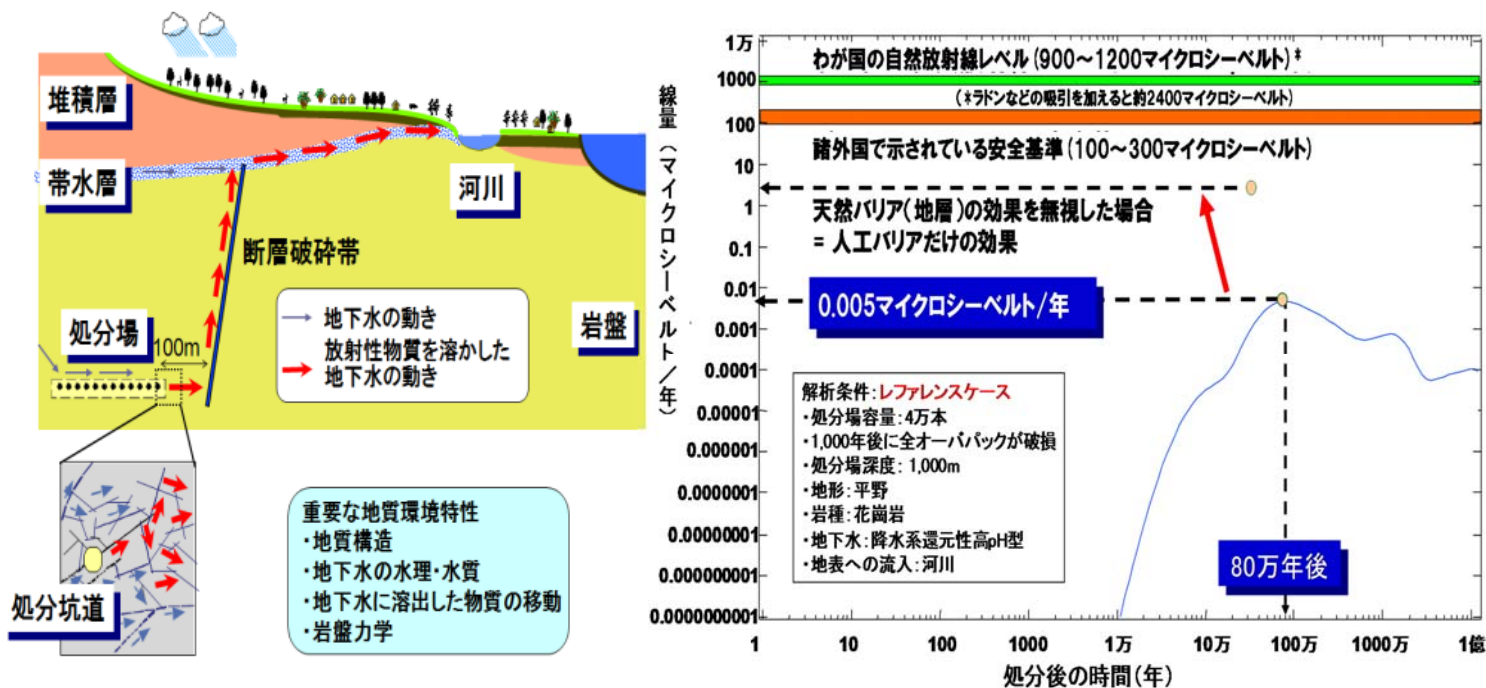
放射能の時間変化に応じた地層処分の多重バリア



地質環境の長期安定性研究検討委員会

第14回 (平成28年3月1日) 2

安定な地質環境に埋設された場合の線量評価



現在の地形・地質構造に変化が生じない場合
(基本ケース)の核種移行シナリオ

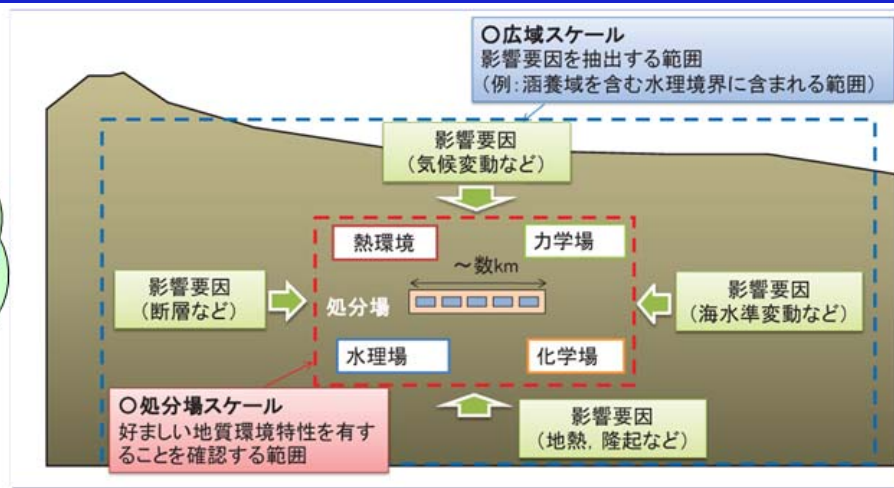
現在の地形・地質構造に変化が生じない場合
(基本ケース)の地表での被ばく線量

核燃料サイクル機構(1999)

地質環境の長期安定性研究検討委員会

第14回 (平成28年3月1日) 3

地層処分にとって好ましい地質環境とは



放射性物質の
閉じ込め機能

放射性物質の
遅延機能

	人工バリア設置環境として好ましい地質環境特性	天然バリアとして好ましい地質環境特性
熱環境	地温が低い(<地温勾配10℃/100m以上)こと	
力学場	岩盤の変形が小さいこと	
水理場		地下水流動が緩慢であること
化学場	- 地下水の水素イオン指数(pH)が高pH(>11)あるいは低pH(<4.8)ではないこと - 地下水が酸化性雰囲気でないこと - 地下水の炭酸化学種濃度が高くない(<0.5mol/dm³)こと	- 地下水の水素イオン指数(pH)が高pH(>11)あるいは低pH(<4.8)ではないこと - 地下水が酸化性雰囲気でないこと

(総合エネルギー調査会地層処分技術WG, 2014)

地層処分の安全確保の考え方と研究の必要性

考慮すべきわが国の地質環境の特徴

環太平洋変動帯に位置
噴火・地震など地殻変動が活発

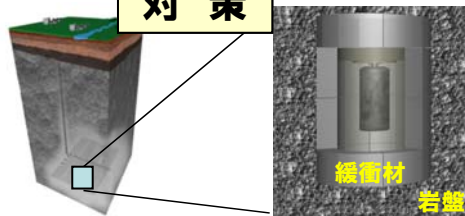
・生活環境との離間距離の短縮
(接近シナリオ)
例) マグマ貫入→廃棄体の地表放出

地層処分の長期的な
安全性への影響

・自然現象による地下水の変化
(地下水シナリオ)
例) 地殻変動→山地形成→流速増大

地層処分システムの性能が
著しく損なわれないよう、
長期にわたって安定な地質
環境を選定
(サイト選定)

対 策



将来の自然現象の変動を
見込んで処分施設を
適切に設計・施工および
長期的な安全性を評価
(工学的対策・安全評価)

① 調査技術の開発・体系化
過去の自然現象の記録や現在の状況を
調査するための体系的な技術の整備

② 長期予測・影響評価モデルの開発
将来の自然現象に伴う地質環境の変化を
予測・評価するための手法の整備

③ 年代測定技術の開発
最先端の機器分析装置による放射年代測定技術(世界初)を含めた編年技術の高度化

地層処分の技術的信頼性向上に向けた研究課題

「最新の科学的知見に基づく地層処分技術の再評価」

(総合資源エネルギー調査会 地層処分技術WG:H26.5)

【広域的現象の理解に関する研究課題】

- 火山の分布および地熱活動の評価に反映するための、マグマ成因論に関する知見の収集およびマントル内の熱対流モデルの評価手法の整備。
- 繰り返し活動し、変位の規模が大きな断層の評価に反映するための、**地形的に不明瞭な活断層**の調査事例の蓄積および調査や評価方法の整備。
- 隆起量・侵食量の評価に反映するための、**地形学的手法や堆積物の年代測定**に基づく評価方法の整備。
- 天然現象の将来予測を行う上での前提となる**プレートシステムの継続性**の評価のための、プレートシステムの変遷と地質学的イベントの関係の整理および検討。
- 深部流体および非火山性熱水の流出の評価に反映するための、**深部流体および非火山性熱水**に関する形成・移動メカニズム等の調査事例の蓄積。

地層処分の技術的信頼性向上に向けた研究課題

「最新の科学的知見に基づく地層処分技術の再評価」

(総合資源エネルギー調査会 地層処分技術WG:H26.5)

【概要調査以降の調査・評価手法に関する研究課題】

- 断層の活動性の評価に反映するための、地質断層の再活動性に関する調査事例および上載法の適用が困難な断層の活動性の評価方法(**断層岩や充填鉱物の年代測定方法**)の整備。
- 断層活動による影響範囲の評価に反映するための、既存の活断層の破碎帯の分布等の調査事例の蓄積および調査や評価方法の整備。
- 表層付近の酸化帯分布の評価に反映するための、表層付近の酸化帯に関する調査事例の蓄積。
- 地震活動の評価に反映するための、**東北地方太平洋沖地震後に誘発された地震や湧水**(たとえば、2011年4月11日の福島県浜通り地震)に関する調査事例の蓄積。
- 地下水の動きが緩慢であることを評価するための**地下水年代測定**などの技術の確保や調査事例の蓄積。

第3期中期計画(H27～33)

① 調査技術の開発・体系化

①-1) 断層の活動性に係る調査技術

①-2) 地殻構造の高空間分解能イメージング技術

①-3) 深部流体の分布に関する調査技術

② 長期予測・影響評価モデルの開発

②-1) 稀頻度自然現象による地質環境への影響の評価技術

②-2) 時間スケールに応じた地圏環境変動の予測技術

③ 年代測定技術の開発

③-1) ウラン系列放射年代測定法の実用化

③-2) 光ルミネッセンス(OSL)年代測定法の実用化

③-3) アルミニウム-26年代測定法, 塩素-36年代測定法の実用化

③-4) 高分解能のテフラ同定手法の開発

③-5) 地質試料を対象とした年代測定法及び化学分析手法の高度化

第3期中期計画(H27～33)の概要(その1)

① 調査技術の開発・体系化

研究課題	目的・必要性	研究概要
1) 断層の活動性に係る調査技術	上載地層法の適用できない坑道・ボーリング孔で遭遇した断層(割れ目)の活動性を評価するための技術を開発する。	断層岩や割れ目充填鉱物等の構造や化学組成, 年代値等の物質科学的アプローチによる調査・評価手法の提示 ● 断層岩の構造地質学, 鉱物学, 地球化学的解析による評価手法の開発 ● 鉱物脈等の断層との切断関係に基づく評価手法の開発 ● 上載地層の編年手法の高度化
2) 地殻構造の高空間分解能イメージング技術	将来の地層処分システムに重大な影響を及ぼす可能性がある地下深部の震源断層や高温流体等の存否や構造を確認するための技術を開発する。	地球物理学的・測地学的手法等を用いた地下深部の不均質構造を把握する技術基盤の整備 ● 地殻構造イメージング手法の高度化 ● 測地学的手法を用いた震源断層の調査技術 ● 地殻活動のモニタリング技術の開発
3) 深部流体の分布に関する調査技術	地質環境に好ましくない熱環境や化学場が生成される可能性がある非天水起源の深部流体を把握する技術を開発する。	深部流体の科学的知見のレビューと形成・移動メカニズムに関する事例研究から, 深部流体の分布に関する調査技術の提示 ● 深部流体の総合的分類 ● 形成・移動メカニズムに関する科学的知見の蓄積 ● 深部流体の分布に関する調査技術

第3期中期計画(H27～33)の概要(その2)

②長期予測・影響評価モデルの開発

研究課題	目的・必要性	研究概要
1) 稀頻度自然現象による地質環境への影響の評価技術	稀頻度自然現象に伴う地質環境の変動スケールやそのレジリエンスの把握に有効な評価技術を開発する。	自然現象に伴う地下水理・水質等のデータ収集・編集と数値シミュレーションと実測値の比較検討 ● 海溝型巨大地震の発生に伴う地質環境の影響評価 ● 内陸地震の発生に伴う地質環境の影響評価 ● 短時間の地形変化に伴う地質環境の影響評価
2) 時間スケールに応じた地圏環境変動の予測技術	時間スケールによって記録の分解能や変動方向・速度が異なることに伴う不確実性を考慮した予測技術を開発する。	測地学・地形学・地質学的アプローチを用いた異なった時間スケールでの変動方向・速度の解析と不確実性を考慮したモデリング技術の開発 ● 時間スケールに応じた地殻変動の一樣継続性の評価 ● 地質環境長期変動モデルの構築 ● 超長期の変動に関する確率論的評価手法の開発

第3期中期計画(H27～33)の概要(その3)

③年代測定技術の開発

研究課題	目的・必要性	研究概要
1) ウラン系列年代測定法の実用化	断層岩の割れ目を普遍的に充填する炭酸塩鉱物の年代測定法の実用化	LA-MC-ICP-MSを用いた年代測定技術開発 ● ジルコンの年代測定 ● 炭酸塩鉱物の標準試料の選定 ● 割れ目を充填する炭酸塩の分析
2) 光ルミネッセンス年代測定法の実用化	段丘を用いた隆起速度の推定や上載地層法による活断層の評価に有効な年代測定法の実用化	OSL年代測定法を用いた年代測定技術開発 ● 河成段丘堆積物のOSL年代測定 ● OSL/TL信号特性の決定条件に関する検討
3) アルミニウム-26、塩素-36年代測定法の実用化	岩石の露出年代や地下水の滞留時間の推定に有効な手法の実用化	タンデム型加速器質量分析計を用いた年代測定技術開発 ● ^{26}Al年代測定法の実用化 ● ^{36}Cl年代測定法の実用化 ● 他の宇宙線生成核種等を用いた年代測定法実用化に向けた研究開発
4) 希ガス同位体を用いた地下水年代測定法の実用化	地下水流動解析の結果等によるモデルの妥当性確認に有効な地下水年代の測定法の実用化	希ガス質量分析計を用いた年代測定技術開発 ● 地下水からの希ガス元素の回収技術の開発 ● 各希ガス元素の定量法の開発 ● 地下水の年代測定法の実用化
5) 高分解能テフラ同定手法の開発	第四紀堆積物の詳細な年代決定に有効なテフラを同定する手法の開発	U-Pb法やESR・TL・OSL信号等を用いた年代測定技術開発 ● 石英、ジルコン等を用いたテフラ同定手法の開発 ● テフラ粒子の直接年代測定の検討 ● テフラデータベースの整備